Über den Zusammenhang der Gletscherschwankungen mit den meteorologischen Verhältnissen.

(Mit 1 Tafel.)

Von **Karl v. Sonklar,**
k. k. Major.

(Vorgelegt von Herrn Director Kreil in der Sitzung am 14. Mai 1858.)

Ich habe in meinem, der k. Akademie am 11. December 1856 vorgelegten und in dem XXIII. Bande der Sitzungsberichte abgedruckten Aufsatze „über den letzten Ausbruch des Suldner Gletschers in Tirol" die Hoffnung ausgesprochen, dass es mir vielleicht gelingen werde, den Zusammenhang der bisher beobachteten Gletscherschwankungen mit den verschiedenen klimatischen Verhältnissen nachzuweisen, und selbst die sehr auffallenden scheinbaren Widersprüche, die bei dieser Art von Naturerscheinungen wahrgenommen worden sind, aus eben diesen Verhältnissen zu erklären.

Nun ist es zwar sehr einleuchtend, dass, da die Gletscher überhaupt Wirkungen der atmosphärischen Zustände sind, auch die Veränderungen derselben aus den Veränderungen dieser Zustände entspringen müssen. Aber es handelt sich hier nicht sowohl um die Ursache der Gletscherschwankungen im Allgemeinen, als vielmehr um die genauere Ausmittelung des Antheiles, den die massgebenden Elemente des Klima's an jenen Schwankungen nehmen. Die endgiltige Lösung dieser Aufgabe wird nicht blos eine klarere Einsicht in die Art und Weise eröffnen, wie die Gletscher von den atmosphärischen Zuständen bedingt sind, sondern sie wird auch die bei den Gletscher-Oscillationen auftretenden Widersprüche und Unregelmässigkeiten, die bisher noch gar nicht erklärt sind, genügend aufhellen.

Die nachfolgenden Blätter enthalten die Resultate der nach dieser Richtung unternommenen Untersuchung; sie machen auf Endgiltigkeit keinen Anspruch, sind jedoch gewiss in mancher Hinsicht

überraschend und in einigen Theilen vielleicht auch von allgemeinem Interesse.

Die Gletscher entstehen aus den atmosphärischen Niederschlägen oberhalb der Schneegrenze, die durch den Wechsel von Wärme und Kälte nach und nach in körniges Eis umgewandelt werden. Diese Niederschläge sind demnach das Material für die Gletscherbildung, und von ihrer grösseren oder geringeren Anhäufung an irgend einem Orte hängt im Allgemeinen die Grösse des aus ihrer Umwandlung in Eis hervorgehenden Gletschers ab.

Die Veränderlichkeit des Betrages der Niederschläge in einzelnen Jahren oder auf einander folgenden Jahresreihen ist demnach die erste Ursache der Vergrösserung und Verkleinerung der Gletscher.

Es ist jedoch einleuchtend, dass es sich hier nicht sowohl um die Menge des im Laufe des ganzen Jahres, d. h. im Winter und Sommer, herabfallenden Niederschlages, sondern um das Quantum desjenigen Niederschlages handelt, der durch seine Form zur Umwandlung in Gletschereis besonders geeignet ist. Diese Form ist die des Schnees.

Nun ist es zwar in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch ein Theil des Regenwassers, das auf das Firnfeld des Gletschers fällt, zur Eisbildung verwendet wird; dieser Theil dringt nämlich in den Firn ein und übergeht bei dem nächstfolgenden Froste in die Substanz der Firnmasse. Bedenkt man jedoch, dass es oberhalb der Firnlinie selbst im Sommer nur selten regnet, und dass, wenn dies geschieht, ein grosser Theil des Regenwassers wieder über den Gletscher abfliesst, so wird es klar, dass der Einfluss des Regens oberhalb der Firnlinie auf die Vermehrung der Gletschersubstanz als unbedeutend veranschlagt werden kann.

Um vieles grösser ist hingegen die gletscherfördernde Einwirkung des auf das Firnfeld niederfallenden Sommerschnees. Dieser Schnee ist zwar weich, locker, feucht und desshalb um so weniger geeignet, dem Angriffe der Sommerwärme längere Zeit zu widerstehen; er nützt jedoch dem Gletscher in so ferne, als bei der Allmählichkeit seines Wegschmelzens ein grosser Theil des entstehenden Schmelzwassers in den Firn einsickern und daselbst vereisen kann, — als er bei seiner Auflösung Wärme bindet, und als er den eigentlichen Firn einige

Zeit hindurch vor der zerstörenden Einwirkung der Sonnenwärme und der Verdunstung schützt.

Diese den Wachsthum des Gletschers begünstigenden Momente der sommerlichen Niederschläge auf dem Firnfelde werden jedoch durch den Einfluss eben dieser Niederschläge auf den unteren Gletscher ohne Zweifel wieder aufgehoben. Hier treten die Niederschläge zur Sommerszeit schon gewöhnlich, oder doch viel häufiger, als Regen auf, der durch die Wärme, die er unter steter Erneuerung auf die Oberfläche des Gletschers herabführt, ein sehr wirksames Zerstörungsmittel des Eises bildet. Die Beobachtungen von Agassiz im Jahre 1842 auf dem Unteraargletscher und meine eigenen, im Jahre 1856 auf dem Gurglergletscher in Tirol ausgeführten Messungen, stellen die Wahrheit dieser Thatsache ausser Zweifel [1]).

Aus diesen Gründen kann behauptet werden, dass für die Vermehrung des Gletschermaterials nur diejenigen Niederschläge von wirklicher Bedeutung sind, die in den sieben Wintermonaten, d. h. vom October bis April, auf den Gletscher niederfallen. Der Verfolg dieses Aufsatzes wird die Richtigkeit des so eben ausgesprochenen Satzes durch numerische Daten zu beweisen suchen.

Ein zweiter, eben so thätiger Factor in der Ökonomie der Gletscher ist die Wärme, denn sie ist es, die auf mannigfachen Wegen den Eiskörper angreift und zerstört. Im Verein mit der Verdunstung gelangt sie in den östlichen Alpen dahin, selbst die grössten der daselbst befindlichen Gletscher in der mittleren Höhe von 6500 W. F. = 2055 M. zum Stillstande zu bringen, oder, was dasselbe heisst, dem Einflusse der Niederschläge das Gleichgewicht zu halten. Aus begreiflichen Gründen beschränkt sich ihre Thätigkeit blos nur auf die fünf Sommermonate: Mai, Juni, Juli, August und September.

Winterniederschläge und Sommerwärme wirken demnach in entgegengesetztem Sinne auf den Gletscher ein, und von den Verhältnissen derselben in einzelnen Jahren oder in aufeinander folgenden Jahresreihen hängen hauptsächlich jene Veränderungen in der Länge

---

[1]) Siehe Agassiz: Système glaciaire, pag. 385. — Ich selbst habe auf dem Gurglergletscher in Tirol, in der Höhe von 2720 Meter und in der Zeit vom 21. bis 26. August 1856. die mittlere tägliche Ablation mit 33,5 Millim. beobachtet; unter diesen fünf Tagen befanden sich jedoch nicht weniger als 4 Regentage.

der Gletscher ab, welche mit dem Namen der Gletscherschwankungen bezeichnet werden. Um sich jedoch von dem Effecte dieser beiden Agentien eine richtige Vorstellung zu verschaffen, muss die Betrachtung von einem mittleren Zustande der bezüglichen atmosphärischen Verhältnisse ausgehen, unter welchen, wenn sie einige Jahre lang constant sich erhalten könnten, der Gletscher eine mittlere Länge annehmen würde. Erhebt sich nun in dem darauf folgenden siebenmonatlichen Gletscherwinter die Niederschlagsmenge auf ein ungewöhnlich hohes Maass, oder sinkt im nächsten fünfmonatlichen Gletschersommer die Wärme tief unter das normale Mittel, so wird in beiden Fällen die jährliche Ablation oder der Substanzverlust des Gletschers kleiner sein als der Substanzzuwachs desselben Jahres; der Gletscher wird demnach im Thale vorrücken und sich verlängern, was bis auf jenen Punkt geschehen wird, auf welchem angelangt die Area des Gletschers um so viel grösser geworden ist, dass die dadurch vermehrte Ablation mit der Menge des Winterniederschlages ins Gleichgewicht gerathe. Der entgegengesetzte Fall wird selbstverständlich dann eintreten müssen, wenn entweder die winterlichen Niederschläge unter dem Mittel bleiben, oder wenn sich die Sommerwärme über das Mittel erhebt, und ebenso wird der Gletscher in seiner normalen Länge verharren, wenn Niederschläge und Temperatur in gleicher Proportion steigen oder fallen. Hieraus geht hervor, dass es sich bei den Oscillationen der Gletscher nicht sowohl um den wirklichen Ertrag der Winterniederschläge und die Höhe der Sommertemperatur, sondern allein nur um das Verhältniss dieser beiden Witterungselemente unter einander handelt.

Eine dritte ebenfalls sehr wichtige Ursache der Gletscherschwankungen sind die Winde, die den Schnee nach einer von ihrer Richtung und Stärke abhängigen Weise, bald so bald anders über die Firnfelder der Hochgebirgskämme vertheilen. Streicht z. B. ein solcher Kamm von Norden gegen Süden, und sind die Abdachungen zu beiden Seiten nicht übermässig steil, um jede Locomotion des Schnees zu verhindern, so wird zur Winterszeit ein Sturm aus Osten einen gewissen Theil des frischen Schnees von den östlich gelegenen Firnfeldern auf die westlichen hinüberwerfen, und ähnliches wird ein Weststurm in entgegengesetzter Richtung bewirken. Hier kömmt demnach sehr vieles auf die örtlichen Verhältnisse an, wesshalb diese zuerst studirt werden müssen, ehe ein Schluss auf

die Einwirkung der herrschenden Windrichtung und ihrer Stärke gezogen werden darf. So viel kann indess mit Bestimmtheit behauptet werden, dass, unter geeigneten localen Verhältnissen, abnorme und heftige Bewegungen der Atmosphäre zur Winterszeit die durch Niederschläge und Temperatur bedingten Gletscherschwankungen nicht blos in ihrem Maass, sondern auch in ihrem Zeichen zu verändern im Stande sind. Wir werden weiter unten einigen solchen Oscillationen begegnen, deren Zusammenhang mit einer gewissen Windrichtung unverkennbar ist.

Es wird uns nun zuerst obliegen, die Abhängigkeit der meisten bekannten Gletscherschwankungen von den Winterniederschlägen und der Sommertemperatur numerisch nachzuweisen.

Die bis jetzt zu unserer Kenntniss gekommenen Gletscheroscillationen sind folgende:

a) Vorrückende Bewegungen.

1. Im Jahre 1599 begann der erste urkundlich erwiesene Ausbruch des Vernagtgletschers in Tirol, und es nahmen von 1600 bis 1610 alle Tiroler Gletscher an Grösse zu [1]).

2. Im Jahre 1626 geschah am Vernagtgletscher das Vorrücken der rechtsseitigen Componente, d. h. des Rofenthaler Gletschers bis nahe an die Rofenthaler Ache; die andere Componente, der Hochvernagtgletscher nämlich, blieb stationär. Die Schwankung der erwähnten Gletscherhälfte hat gewiss nicht unter 2000′ in horizontaler Richtung betragen [2]).

3. In den Jahren 1676—1677 erneuerte sich der Ausbruch des Vernagtgletschers mit staunenerregender Grösse und Intensität; dabei wuchs der Gletscher, nachdem er die Rofener Ache bereits erreicht hatte, noch 5 Jahre lang fort [3]).

4. Vom Jahre 1710 angefangen vergrösserten sich wieder alle Tiroler Gletscher, und in den Jahren 1716 und 1717 wuchs der Gurgler Gletscher mehrere tausend Fuss weit in das Thal herab,

---

[1]) Johann Kuen, Anwalt zu Lengenfeld im Ötzthale, und dessen Sohn Benedict Kuen: „Über die Ausbrüche der Ferner und Wildbäche im Ötzthale.“

[2]) Ibidem.

[3]) Ibidem.

was die Bildung des Langthaler Eissees zur Folge hatte. Der Gletscher ist seither nicht wieder in seine alten Grenzen zurückgekehrt. Es ist übrigens unbekannt, ob damals der Vernagtgletscher zu einer grösseren Oscillation sich geneigt zeigte [1]).

5. Anno 1770 brach der letztgenannte Gletscher von Neuem los und erreichte auch diesmal die Rofenthaler Ache. Auch der Gurgler Gletscher schob lebhaft vor. Zu dieser Zeit scheinen auch die Gletscher der Montblanc-Gruppe sich namhaft vergrössert zu haben, was aus dem Vorschieben des Brenvagletschers und aus dem Schwierigwerden des Übergangs von Courmayeur nach Chamouni hervorgeht [2]).

6. In den Jahren von 1815 bis 1818 schoben alle Tiroler Gletscher, so wie auch jene der Monte Rosa- und Montblanc-Gruppe, bedeutend vor. In dieser Periode geschahen gleichzeitig die grossen Ausbrüche des Suldner Gletschers am Ortler und des Langtauferer Gletschers in der Ötzthaler Gruppe, wobei jener um 4200, dieser um circa 4000′ vorrückte. Auch der Langtauferer Gletscher hat das bei dieser Gelegenheit invahirte Terrain seither nicht wieder verlassen [3]).

7. Im Jahre 1820—1822 wuchs der linksseitige Zufluss des Vernagt, d. h. der Hochvernagtgletscher, ins Thal herab, doch konnte die Eiszunge diesmal, wie bei der analogen Schwankung anno 1626, die Rofener Ache nicht erreichen [4]).

8. In der Periode von 1826—1830 nahmen blos die Schweizer Gletscher an Grösse zu, während jene in den Tiroler Alpen ruhig blieben [5]).

9. Auch in den Jahren 1836 und 1837 schoben blos die Schweizer Gletscher vor [6]).

10. Vom Jahre 1840 bis 1846 fand ein allgemeines Vorrücken sowohl der Schweizer als Tiroler Gletscher Statt. Es wurde 1842

---

[1]) Johann Kuen, Anwalt zu Lengenfeld im Ötzthale, und dessen Sohn Benedict Kuen: „Über die Ausbrüche der Ferner und Wildbäche im Ötzthale."

[2]) Dr. Martin Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales in Tirol und ihre Geschichte". J. Forbes: Travels through the Alps, pag. 203. Venetz. Denkschriften 1833, in Alb. Mousson: „Die Gletscher der Jetztzeit" pag. 181.

[3]) K. v. Sonklar: „Der neuerliche Ausbruch des Suldner Gletschers in Tirol" in den Sitzungsberichten der k. Akad. d. Wissenschaften, Band XXIII, worin die Geschichte der früheren Schwankungen dieser beiden Gletscher mitgetheilt ist.

[4]) Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales in Tirol" etc.

[5]) Alb. Mousson: „Die Gletscher der Jetztzeit" pag. 178.

[6]) Ibidem.

eine stärkere Bewegung bei dem Suldner und beim Langtauferer Gletscher wahrgenommen, und in demselben Jahre begann der Vernagtgletscher seine letzte grosse Oscillation, wobei er sich bis zum Jahre 1846 unablässig vergrösserte, von da an aber seinen Rückzug antrat. 1841 wurde das Vorrücken des grossen Aletschgletschers beobachtet und der Brenvagletscher am Mont-Blanc schritt mit seiner Zungenspitze von 1842—1846 um 60 Meter vor [1]).

11. Seither ist bei den Tiroler Gletschern im Allgemeinen ein langsam vorschreitendes Anwachsen bemerkt worden, was sich theils aus der veränderten Lage der Zungenspitzen, theils durch Anstauungen der Eismassen an vielen Orten und aus den Veränderungen ihrer Formen und Umrisslinien erkennen lässt.

12. Im Jahre 1856 endlich hat der Suldner Gletscher in Tirol neuerdings eine aussergewöhnliche Regsamkeit an den Tag gelegt; er ist bis zum Ende desselben Jahres um mindestens 200 Meter vorgerückt, und hat auch im darauf folgenden Jahre seine vorschreitende Bewegung noch nicht eingestellt [2]).

b) Rückgängige Bewegungen.

Die Nachrichten über die Rückzüge der Gletscher sind weit seltener, besonders aus älterer Zeit, u. z. aus dem einfachen Grunde, weil diese Art von Schwankungen die Interessen der Thalbewohner nicht berührte und daher auch weniger beachtet wurde.

1. Im Jahre 1681 begann der Vernagtgletscher, 6 Jahre nach dem grossen Ausbruche von 1676 und 1677, auf merkbare Weise seinen Rückzug [3]).

2. Dasselbe geschah von 1772 an, nachdem der Vernagtgletscher, wie oben erwähnt, zwei Jahre vorher bis zur Rofener Ache herabgewachsen war [4]).

---

[1]) J. Forbes: „Letters on glaciers" aus dem Edinb. new phil. Journal separat abgedruckt: XI. Brief. — C. v. Sonklar: „Der neuerliche Ausbruch des Suldner Gletschers". — Dr. Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales". — Forbes: Travels pag. 203. — „Desor: „Excurs. et séj. dans les Alpes", I. 314.

[2]) C. v. Sonklar: „Der neuerliche Ausbruch des Suldner Gletschers" etc.

[3]) Joh. und Bened. Kuen: „Die Ausbrüche der Ferner" etc.

[4]) Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales" etc. pag. 24.

3. Im Jahre 1748 waren die Gletscher des Grindelwaldthales so klein, wie man sie nie vorher gesehen hatte [1]).

4. Im Jahre 1767, also kurze Zeit vor dem allgemeinen Vorrücken der Montblanc-Gletscher um das Jahr 1770 herum, fand Saussure den Brenva-Gletscher so klein, dass die Dora neben seinem Zungenende vorbeifliessen konnte, welcher Fall bis heut zu Tage nicht wieder eingetreten ist [2]).

5. Perioden, in welchen die Gletscher in tiefer Ebbe standen, sind [3]):

1811 und 1821—1824 für die Gletscher der Monte Rosa- und Montblanc-Gruppe.

1822 für die Gletscher der Tiroler Alpen.

1833 und 1839—1841 für die Gletscher der Monte Rosa- und Montblanc-Gruppe.

1850—1852 Rückzug der Schweizer und Tiroler Gletscher.

Um sofort die Gesetze des Zusammenhanges dieser Gletscherschwankungen mit Wärme und Niederschlag zu ermitteln, habe ich durch gewissenhafte Benützung aller mir zugänglichen Quellen ein Witterungstableau entworfen, welches die Jahresreihe von 1580 bis 1857, also im Ganzen 278 Jahre umfasst [4]). Es versteht sich von selbst, dass sich dieses Tableau hauptsächlich auf die klimatische Region der Alpen bezieht.

---

[1]) J. Gg. Altmann: „Versuch einer historischen und physicalischen Beschreibung der helvetischen Eisberge". Zürich 1753, pag. 21 und 33.

[2]) Siehe hierüber Alb. Mousson: „Die Gletscher der Jetztzeit" pag. 174—178.

[3]) Forbes, Travels, pag. 203, und „Letters on Glaciers", XII. Brief.

[4]) Für die ältere Periode haben mir A. Pilgram: „Über das Wahrscheinliche der Wetterkunde" etc. Wien 1788, worin alle älteren Angaben über Witterung sorgfältig gesammelt sind; dann A. Schnurrer's „Chronik der Seuchen" und v. Hoffs „Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche" gedient. Für die jüngere Periode wurden die meteorologischen Aufzeichnungen von London, Lyndon, Upminster Southwick, von Paris, Dénainvilliers, Bordeaux, Toulouse, Montmorency und Béziers, von Neufchatel, Lausanne, Genf und Bern, von Mailand, Padua, Trient und Udine, von Peissenberg, Innsbruck, Salzburg, Kremsmünster, Graz, Prag und Wien benützt. Die Werke, welche diese Beobachtungen enthalten, sind: Die Phil. transacts, Traité de Météorologie par le P. Cotte, die Mannheimer met. Ephemeriden, die Aufzeichnungen Zallinger's in Innsbruck, die Beobachtungen des met. Observatoriums auf dem Hohen-Peissenberg herausgegeben von Lamont, Grundzüge der Meteorologie für den Horizont von Prag, von K. Fritsch, und die Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetism. Es bedarf übrigens kaum einer Erwähnung, dass den vorbezeichneten meteorologischen Stationen, zur Construirung des Tableau's, ein ungleicher und den Verhältnissen ihrer Lage zu den Alpen angemessener Werth beigelegt wurde.

Da mit wissenschaftlich geleiteten meteorologischen Beobachtungen zu Paris und London erst im letzten Viertel des siebenzehnten Jahrhunderts, in Deutschland und Italien aber noch viel später, ferner mit der Aufzeichnung der Niederschläge da wie dort erst um Decennien nachher der Anfang gemacht wurde, aus der Region der Alpen für die ältere Periode nur fragmentarische Beobachtungen und für die jüngere nur solche vorliegen, deren Dauer noch immer nicht 100 Jahre erreicht, so musste selbst die spätere Zeit, wenn anders ein Vergleich der einzelnen Jahre und Jahresreihen und eine allgemeinere Betrachtung ermöglicht werden sollte, in derjenigen summarischen Weise behandelt werden, wie dies für die ersten zwei Dritttheile des angedeuteten Zeitraums allein nur möglich war.

In dem Tableau sind sowohl die Jahre im Ganzen als auch die vier Jahreszeiten auf folgende Art charakterisirt.

ww bedeutet sehr warm.
w „ warm.
. zeigt einen mittleren Zustand an.
k bedeutet kalt.
kk „ sehr kalt.
ff „ sehr feucht.
f „ feucht.
t „ trocken.
tt „ sehr trocken.

Die folgende Rubrik enthält die Gewichtszahl eines jeden Jahres mit Beziehung auf seinen das Wachsthum der Gletscher fördernden Charakter. Die letzten Rubriken endlich zeigen die fünf- und zehnjährigen Summen dieser Zahlen. Die Methode, nach der diese Zahlen aus wirklichen Beobachtungen abgeleitet wurden, wird später erklärt werden.

Witterungs - Tableau

für die klimatische Region der Alpen und für die Jahresreihe von 1580—1857.

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1580	*k*	.	*w*	.	*ww*	.	*w*	.	*w*	.	9,0				
1581	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1582	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1583	.	*tt*	.	.	.	.	.	.	.	.	9,1				
1584	.	*ff*	.	.	.	*t*	*w*	*t*	.	.	10,6				
1585	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0	49,7			
1586	*w*	.	*w*	*ff*	.	.	*k*	*f*	.	.	12,5				
1587	*kk*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1588	*k*	.	.	.	*k*	*ff*	.	.	.	.	10,4				
1589	*kk*	*f*	*k*	.	.	.	.	.	.	.	11,2				
1590	.	.	.	.	.	*f*	.	.	.	.	10,0	54,1		103,8	
1591	*w*	.	.	.	.	.	.	.	.	*tt*	9,1				
1592	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*tt*	9,1				
1593	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1594	*kk*	.	*k*	*f*	*k*	*f*	.	.	.	.	11,7				
1595	*kk*	.	.	.	*kk*	*ff*	.	.	.	*f*	10,7	50,4			
1596	.	.	.	.	*k*	*f*	.	.	.	.	10,3		.		
1597	.	.	.	.	*k*	*ff*	.	.	.	.	10,3				
1598	.	*ff*	*k*	*f*	*k*	*ff*	.	*f*	*k*	*f*	14,4				
1599	*kk*	*f*	.	.	.	.	.	.	.	*f*	10,9				
1600	*k*	.	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,1	57,0		111,4	
1601	*k*	.	.	.	.	.	*k*	*f*	.	*f*	11,1		57,8		
1602	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1603	*k*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1604	*k*	*f*	.	*tt*	.	.	.	.	.	*tt*	8,9				
1605	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0	50,0			
1606	*k*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1607	*kk*	.	.	.	.	.	.	*tt*	.	*tt*	8,4				
1608	*kk*	*ff*	.	*f*	*ww*		.	*f*	.	*f*	12,6				

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1609	.	.	.	.	.	.	.	.	w	t	8,9				
1610	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0	49,9		99,9	
1611	k	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1612	k	f	.	f	k	f	.	f	k	f	13,0				
1613	.	f	.	f	k	f	.	f	k	f	13,0				
1614	kk	t	.	.	.	.	.	.	.	tt	9,5				
1615	k	.	.	.	w	t	.	.	.	tt	9,7	55,2			
1616	k	.	.	.	w	t	.	.	.	tt	9,7				
1617	w	.	.	.	w	f	.	.	.	.	9,7				
1618	.	.	.	.	w	t	.	.	.	.	9,7				
1619	.	.	k	.	k	f	.	.	k	.	10,7				
1620	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0	49,8		105,0	
1621	k	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0		50,1		
1622	kk	.	.	.	.	.	.	f	.	f	10,8				
1623	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1624	kk	ff	k	.	.	.	.	ff	k	f	13,8				
1625	.	ff	w	.	w	t	.	.	.	f	11,0	55,6			
1626	.	.	.	.	.	.	.	.	.	f	11,1		56,7		
1627	.	.	.	.	.	.	.	.	.	f	11,1				
1628	.	.	.	.	k	ff	.	f	.	f	11,2				
1629	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1630	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0	53,4		109,0	
1631	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0		52,3		
1632	.	.	.	.	w	t	.	.	.	tt	9,7				
1633	k	.	.	.	.	.	.	f	.	f	10,8				
1634	.	.	.	f	k	f	.	t	.	.	10,4				
1635	kk	.	.	.	ww	.	ww	.	w	.	9,0	49,9			
1636	.	.	.	f	ww	.	ww	.	ww	.	9,9				
1637	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1638	.	.	k	.	.	.	.	.	.	.	10,3				
1639	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1640	.	f	.	f	.	f	.	.	.	ff	11,7	51,9		101,8	

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1641	.	*f*	.	.	.	.	*k*	.	.	*f*	11,2				
1642	.	.	.	.	.	.	*k*	.	.	.	10,3				
1643	*k*	*f*	*k*	.	*k*	*f*	.	.	*k*	*f*	11,7				
1644	*k*	*f*	.	.	.	.	.	.	.	.	10,9				
1645	.	.	.	.	*w*	.	.	.	.	.	9,7	53,8			
1646	*k*	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	*tt*	9,7				
1647	.	.	.	.	*w*	*f*	.	*f*	.	*f*	10,5				
1648	.	.	.	.	.	*f*	.	*f*	.	*f*	10,8				
1649	.	.	.	*f*	*k*	*ff*	.	*f*	.	*ff*	12,1				
1650	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,1	54,2		108,0	
1651	.	.	.	.	*w*	.	.	*ff*	.	*f*	11,3				
1652	.	.	.	.	*w*	*tt*	.	.	.	.	9,7				
1653	*k*	.	.	.	*w*	.	.	.	.	.	9,7				
1654	.	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	.	9,7				
1655	*kk*	*ff*	*kk*	*ff*	.	.	.	.	*k*	*f*	14,4	54,8			
1656	.	.	.	*ff*	*k*	*ff*	.	.	.	*f*	12,2				
1657	*kk*	.	.	.	*ww*	*t*	.	*f*	.	.	10,2				
1658	*kk*	*ff*	*k*	.	*w*	.	.	.	.	.	11,8				
1659	*k*	.	.	.	.	.	.	.	.	*tt*	9,1				
1660	*k*	*f*	.	.	.	.	.	*ff*	.	*f*	12,5	55,8		110,6	
1661	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*tt*	9,1				
1662	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1663	.	*f*	.	.	.	.	.	.	.	.	10,9				
1664	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0				
1665	*kk*	*f*	*k*	.	.	.	.	.	.	.	11,2	51,2			107,0
1666	.	.	.	*f*	*ww*	*t*	.	.	.	.	10,3				
1667	*kk*	*ff*	*k*	.	*k*	*f*	.	*f*	*k*	*ff*	13,4				
1668	.	*f*	.	.	.	*f*	.	.	.	.	10,9				
1669	.	.	.	*f*	.	.	.	.	.	.	10,9				
1670	*kk*	*ff*	*k*	.	.	*f*	.	.	.	.	12,1	57,5		108,7	
1671	.	*ff*	.	.	.	.	.	.	.	.	11,7				
1672	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,1				

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige Summen der Gewichtszahlen	Zehnjährige Summen der Gewichtszahlen
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trockeo	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken			
1673	.	.	.	.	*kk*	*ff*	.	*ff*	*k*	*f*	12,5		
1674	.	.	.	*ff*	.	.	*k*	*ff*	.	*ff*	13,8		
1675	.	.	.	.	*k*	*ff*	.	.	.	*f*	10,3	59,4	116,9
1676	.	.	.	.	*k*	.	*kk*	.	*k*	.	11,0		
1677	*k*	.	.	.	.	.	.	*ff*	.	.	11,6		
1678	.	.	.	.	.	.	.	*f*	.	.	10,8		
1679	.	.	.	.	*ww*	*t*	.	.	.	.	9,4		
1680	*k*	.	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,1	53,9	113,3
1681	*k*	.	.	.	*ww*	.	.	.	.	*tt*	9,4		
1682	*w*	*f*	.	.	.	*ff*	.	*f*	.	*f*	11,7		
1683	*kk*	*f*	.	*f*	*k*	*f*	.	*f*	*k*	*f*	13,0		
1684	.	.	.	*f*	*k*	*f*	.	*f*	.	*f*	11,7		
1685	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,1	56,9	110,8
1686	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0		
1687	.	.	.	.	.	.	.	*f*	.	*f*	10,8		
1688	.	*f*	.	*ff*	*k*	*ff*	.	*f*	.	*ff*	14,0		
1689	*w*	*f*	.	.	.	.	.	*f*	.	*f*	11,2		
1690	*w*	*f*	.	.	.	.	.	.	.	.	10,9	56,9	113,8
1691	*kk*	.	.	.	*ww*	*tt*	.	.	.	*t*	9,4		
1692	*kk*	*ff*	.	.	.	.	.	.	.	*f*	11,7		
1693	.	.	.	.		.	.	.	.	.	10,0		
1694	*kk*	*f*	.	.	*ww*	*t*	.	.	.	*t*	10,3		
1695	*kk*	*ff*	*k*	*ff*	*k*	*ff*	.	*f*	*kk*	*ff*	14,4	55,8	
1696	*w*	.	.	.	*ww*	*tt*	.	.	*w*	.	9,4		
1697	*kk*	*f*	*kk*	.	*k*	.	.	.	*kk*	*f*	12,2		
1698	*k*	.	.	*f*	*k*	*f*	.	.	.	*f*	11,3		
1699	.	*t*	.	.	*k*	.	.	.	.	.	9,9		
1700	.	.	.	.	.	.	.	*f*	.	.	10,8	53,6	109,4
1701	.	*f*	*ww*	*tt*	*ww*	*tt*	*w*	*t*	*ww*	*tt*	7,1		
1702	*w*	*f*	.	*f*	*w*	*t*	*w*	*f*	.	*f*	12,0		
1703	.	.	*w*	.	.	.	.	.	.	.	9,7		
1704	.	*f*	*w*	*ff*	*w*	*t*	.	*f*	.	*f*	12,7		

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1705	k	.	k	ff	.	.	w	ff	.	ff	13,5	55,0			
1706	k	tt	.	.	.	.	.	.	.	.	9,1				
1707	.	.	k	.	k	.	.	.	k	.	10,7				
1708	ww	.	.	.	.	.	w	.	.	.	9,8		55,8		
1709	kk	ff	kk	ff	k	ff	.	.	kk	ff	15,0				
1710	w	.	.	.	.	.	.	.	.	tt	9,1	53,7		108,7	
1711	.	f	.	.	.	.	.	.	.	f	10,9				
1712	.	.	.	.	.	.	.	.	.	t	9,5				
1713	.	.	.	.	.	.	.	.	.	f	11,1		55,6		
1714	.	t	.	.	k	f	.	f	.	.	10,8				
1715	w	.	.	.	k	f	.	.	.	.	10,4	52,7			
1716	k	f	.	.	k	f	.	.	.	f	11,3				
1717	.	.	.	.	.	.	.	.	.	t	9,5				
1718	k	t	.	t	ww	tt	.	f	.	tt	8,9		50,9		
1719	.	.	.	.	ww	tt	ww	tt	ww	tt	7,6				
1720	.	.	.	.	w	t	.	.	.	.	9,7	47,0		99,7	
1721	.	.	.	.	.	.	.	.	.	f	11,1				
1722	w	.	.	.	k	.	.	.	k	.	10,4				
1723	k	.	.	.	w	t	.	.	w	t	9,7				
1724	w	.	w	.	w	t	.	f	.	t	10,2				
1725	.	.	.	.	k	f	.	.	.	.	10,4	51,8			
1726	k	.	.		w	t	.	.	.	.	9,7				
1727	.	ff	.	.	w	t	w	t	w	.	10,3				
1728	.	f	.	f	k	f	.	f	.	ff	13,0				
1729	k	f	k	.	.	.	.	t	.	.	10,7				
1730	w	.	.	tt	.	tt	.	t	.	tt	7,2	50,9		102,7	
1731	.	t	w	t	w	t	.	.	w	t	8,1				
1732	w	t	.	.	w	t	.	ff	.	.	10,9				
1733	.	.	.	f	.	.	.	tt	.	t	9,3				
1734	k	t	.	t	.	f	.	f	.	f	9,4				
1735	.	ff	.	.	kk	ff	.	tt	.	f	10,5	48,2			
1736	.	f	.	.	.	f	.	.	.	f	10,9				

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige	Zehnjährige
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen	
1737	.	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	*t*	9,7		
1738	.	.	.	.	.	.	.		.	*t*	9,2		
1739	*k*	.	.	.	.	.	.	*ff*	.	*f*	11,7		
1740	*kk*	*ff*	*k*	.	.	.	.	.	*k*	*f*	13,0	54,5	102,7
1741	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*t*	9,5		
1742	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*t*	9,5		
1743	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*t*	9,5		
1744	*kk*	*ff*	*k*	.	.	.	.	.	*k*	*f*	12,1		
1745	.	.	.	.	.	*t*	.	.	.	*t*	10,0	50,6	
1746	.	.	.	.	*ww*	*tt*		.	*w*	*t*	9,2		
1747	.	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	*t*	9,7		
1748	.	.	.	.	*ww*	*tt*	.	.	*w*	*t*	9,4		
1749	.	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	*t*	9,7		
1750	*k*	.	.	.	*ww*	*tt*	.	*f*	*w*	.	10,2	48,2	98,8
1751	.	.	.	*f*	.	.	.	.	.	.	10,9		
1752	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,0		
1753	.	*f*	.	.	.	.	.	.	.	.	10,9		
1754	.	.	.	.	.	.	.	.	*k*	*t*	9,8		
1755	*kk*	*ff*	.	.	.	.	.	*ff*	.	*ff*	13,3	54,9	
1756	*k*	*f*	.	.	*w*	*t*	.	.	.	.	10,6		
1757	*w*	.	.	.	*k*	*ff*	.	.	.	*f*	10,4		
1758	.	.	.	.	.	.	.	.	*k*	*t*	9,8		
1759	*w*	.	.	.	*w*	.	.	.	*w*	.	9,7		
1760	*kk*	*f*	.	.	*ww*	*tt*	.	.	.	.	10,3	50,8	105,7
1761	.	.	.	.	*w*	*t*	.	.	.	.	9,7		
1762	*k*	.	*k*	.	*w*	*t*	.	.	.	*t*	10,0		
1763	*kk*	.	*k*	*f*	*w*	*t*	*k*	.	*k*	.	11,2		
1764	*w*	.	*k*	*f*	.	.	*k*		*k*	*f*	11,8		
1765	*kk*	*f*	.	*f*	*kk*	*ff*	.	*f*	*k*	*ff*	13,5	56,2	
1766	*kk*	.	*k*	.	.	*t*	.	*t*	*k*	*tt*	9,7		
1767	*kk*	*ff*	*k*	*ff*	*k*	*f*	.	.	*kk*	*ff*	14,4		
1768	*kk*	*ff*	*kk*	*f*	*k*	*f*	*kk*	.	*kk*	*ff*	14,9		

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige	Zehnjährige
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen	
1769	*w*	.	*kk*	*t*	*w*	.	*k*	*t*	*k*	*t*	8,8		
1770	.	*ff*	*k*	*f*	*kk*	*ff*	*w*	.	*k*	*f*	13,6	61,4	117,6
1771	*kk*	*f*	.	*f*	*k*	*t*	*k*	*tt*	*k*	*t*	10,8		
1772	*ww*	*f*	*w*	*f*	*ww*	*t*	*ww*	.	*ww*	*f*	10,3		
1773	.	.	.	.	*kk*	.	*w*	*t*	*k*	*t*	9,6		
1774	*w*	*f*	.	.	*w*	*t*	.	.	*w*	.	10,6		
1775	.	*t*	.	*t*	*ww*	.	*w*	*tt*	*w*	*tt*	6,4	47,5	
1776	*kk*	*f*	.	.	.	.	*k*	.	*k*	.	11,2		
1777	.	.	*w*	*t*	*ww*	*t*	*w*	*t*	*w*	*t*	7,4		
1778	*w*	.	*w*	.	*ww*	*t*	.	.	*w*	*t*	9,2		
1779	*kk*	*tt*	*ww*	*tt*	*w*	.	*w*	.	*ww*	*tt*	6,4		
1780	.	.	*w*	*tt*	.	.	*k*	.	*w*	.	8,0	42,2	89,7
1781	.	*t*	*ww*	.	*ww*		*w*	*t*	*ww*	*t*	7,6		
1782	*w*	*f*	*k*	*f*	*ww*	*tt*	*kk*	.	.	.	12,0		
1783	*w*	.	*w*	.	*w*	.	*w*	.	*ww*	.	9,2		
1784	*kk*	*ff*	*k*	.	*ww*	.	*k*	.	*k*	.	11,2		
1785	*k*	*f*	*kk*	.	*kk*	.	*w*	.	*kk*	*f*	12,3	52,3	
1786	.	.	.	.	*k*	.	*k*	*t*	*k*	.	9,8		
1787	.	*t*	.	*f*	*w*	*t*	*ww*	.	*w*	*t*	9,7		
1788	*ww*	.	*w*	.	*ww*	*f*	.	.	*ww*	.	8,3		
1789	*k*	*f*	*w*	.	.	.	*w*	.	.	*t*	10,3		
1790	*w*	*t*	*w*	*t*	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	*t*	7,5	45,6	97,9
1791	*ww*	*f*	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	*t*	10,0		
1792	*ww*	*f*	*ww*	.	*ww*	*t*	*w*	.	*ww*	.	9,5		
1793	*w*	*t*	*k*	*f*	*ww*	*tt*	*ww*	*t*	*w*	*t*	8,9		
1794	.	*t*	*ww*	.	*w*	*f*	*k*	*ff*	.	.	10,6		
1795	*kk*	.	*w*	.	.	.	.	.	.	.	9,2	48,2	
1796	*ww*	*f*	*k*	*t*	*k*	*t*	*w*	*t*	.	*t*	9,5		
1797	.	*tt*	.	*f*	*w*	.	*w*	*t*	*w*	.	8,7		
1798	*w*	.	.	.	.	.	.	*t*	.	.	9,2		
1799	*kk*	.	.	.	*k*	.	.	*t*	*k*	.	9,5		
1800	*w*	*tt*	*ww*	.	.	*t*	*ww*	.	*ww*	*t*	8,2	37,1	85,3

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1801	*w*	.	*w*	*f*	.	.	*w*	*ff*	*w*	*f*	11,9				
1802	*k*	*ff*	.	*f*	*ww*	*tt*	*ww*	*t*	*w*	.	10,6				
1803	*k*	*f*	.	*f*	*w*	*f*	*k*	.	*k*	*f*	11,7				
1804	*w*	*f*	*w*	.	*w*	.	*w*	*f*	*w*	*f*	10,8				
1805	.	*ff*	*k*	.	*k*	.	*kk*	.	*kk*	.	13,3	58,3			
1806	*w*	*f*	.	*t*	.	*f*	*w*	.	*w*	*f*	10,4				
1807	*w*	*f*	*k*	*f*	*ww*	*tt*	*ww*	.	*w*	.	10,9				
1808	*kk*	*f*	*k*	.	*w*	*f*	.	*f*	*k*	*f*	11,8				
1809	*w*	.	.	*f*	*w*	*t*	*k*	*t*	*w*	.	10,0				
1810	.	*ff*	*w*	*ff*	*ww*	.	*ww*	*tt*	*ww*	.	10,4	53,5		111,8	
1811	.	*t*	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	.	8,2		51,3		
1812	*k*	.	*k*	.	*k*	*f*	*kk*	.	*kk*	.	11,4				
1813	*k*	.	*w*	*f*	*kk*	*ff*	*k*	*f*	*k*	*f*	12,5				
1814	*kk*	*ff*	*k*	*f*	*kk*	*ff*	*k*	.	*kk*	*f*	14,2				
1815	*w*	*t*	*ww*	*ff*	*k*	*ff*	*kk*	*f*	*k*	*f*	12,5	58,8			
1816	*k*	*f*	*kk*	*f*	*kk*	*ff*	*k*	*f*	*kk*	*ff*	15,1		65,7		
1817	*w*	.	*k*	*f*	.	.	.	.	.	.	11,2				
1818	*w*	.	.	.	.	.	*w*	.	*w*	.	9,8				
1819	.	*ff*	*w*	*t*	*w*	*f*	.	.	*w*	.	10,1				
1820	*w*	*f*	*w*	*ff*	.	*f*	*kk*	.	.	*f*	12,8	59,0		117,8	
1821	*k*	.	.	*f*	*kk*	*ff*	*w*	*tt*	.	.	9,7		53,6		119,3
1822	*w*	*t*	*ww*		*ww*	*tt*	*ww*	*tt*	*ww*	*tt*	6,8				
1823	*k*	.	*k*	.	.	*f*	*w*	*t*	.	.	9,2				
1824	.	*t*	*k*	*f*	.	*t*	*ww*	*f*	.	.	11,0				
1825	*ww*	*tt*	.	*tt*	.	*t*	*ww*	.	*w*	*tt*	7,0	43,7			
1826	*w*	*tt*	*k*	.	*w*	.	*w*	*f*	.	.	9,7		43,7		
1827	*k*	*f*	*w*	*f*	*w*	*f*	*k*	*tt*	.	.	9,8				
1828	*w*	.	*w*	*t*	*w*	*t*	.	*tt*	*w*	*tt*	7,0				
1829	*k*	.	.	.	*k*	.	*kk*	.	*kk*	.	11,0				
1830	*kk*	*t*	*ww*	*t*	*w*	.	*k*	.	.	*t*	8,1	45,6		89,3	
1831	*w*	.	*w*	*f*	.	*f*	*w*	*t*	*w*	.	9,6				
1832	*ww*	*tt*	*kk*	*tt*	.	.	*k*	*tt*	*k*	*tt*	6,1				

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr		Gewichtszahl	Fünfjährige		Zehnjährige	
	kalt oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kühl oder warm	feucht oder trocken	kalt oder warm	feucht oder trocken		Summen der Gewichtszahlen			
1833	*k*	.	.	.	*kk*	*f*	*kk*	*f*	*kk*	*f*	12,3				
1834	*ww*	*f*	.	*tt*	*ww*	*t*	*ww*	*tt*	*ww*	*tt*	6,6				
1835	.	.	*k*	.	*w*		*kk*	*t*	*k*	*t*	9,7	44,3			99,9
1836	*kk*	.	.	*t*	.	*tt*	*k*	.	*k*	*t*	9,3				
1837	*k*	.	*kk*	*ff*	*ww*	*f*	*kk*	.	*k*	*f*	12,5				
1838	*kk*	.	*k*	*f*	*k*	.	*w*	*f*	*k*	*f*	13,2				
1839	*k*	*f*	*kk*	*f*	*w*	.	*ww*	.	.	*f*	10,9		55,6		
1840	*ww*	*f*	*kk*	.	*kk*	*ff*	*k*	*ff*	*kk*	*ff*	15,0	60,9		105,2	
1841	*k*	*f*	*ww*	*t*	*k*	*f*	*ww*	.	.	.	9,2				
1842	*w*	.	.	*f*	*ww*	*tt*	*kk*	*ff*	.	*f*	12,4				
1843	*ww*	*f*	*k*	*ff*	*kk*	*ff*	.	*t*	.	*ff*	13,1				
1844	*k*	*f*	.	*f*	*k*	*ff*	*ww*	*ff*	.	*ff*	13,2		62,9		
1845	*k*	*ff*	*kk*	*ff*	*k*	*ff*	*ww*	*tt*	*k*	*f*	12,5	60,4			121,3
1846	*ww*	.	*ww*	.	*ww*	*f*	*ww*	.	*ww*	.	8,5				
1847	*kk*	.	*w*	*t*	.	.	*k*	*t*	*k*	*tt*	8,2				
1848	*kk*	.	*ww*	.	*w*	*t*	.	*t*	*w*	*t*	8,4				
1849	*w*	*tt*	.	.	*ww*	*tt*	.	*t*	*w*	*tt*	7,8		45,4		
1850	.	*ff*	*k*	*f*	.	*f*	*k*	*f*	*k*	*f*	14,4	47,3		107,7	
1851	*w*	.	*k*	*f*	.	*f*	*kk*	.	.	*f*	11,8				
1852	*w*	.	*k*	*t*	*ww*	.	*ww*	.	*w*	.	8,4				
1853	*w*	*t*	*kk*	*ff*	*ww*	*f*	.	*t*	.	.	10,6				
1854	*kk*	.	.	*tt*	*k*	.	*k*	.	*kk*	*t*	7,7				
1855	*kk*	*ff*	*k*	*f*	*w*	*tt*	*w*	*ff*	.	*f*	14,0	52,5			99,8
1856	.	*t*	*k*	*t*	*w*	*f*	*kk*	.	*k*	.	8,1				
1857	*k*	*tt*	.	.	*w*	*t*	*w*	*t*	.	*t*	8,0				
Mittel der Gewichtszahlen . .											10,43	52,2		104,3	

Je interessanter und wichtiger die Schlussfolgerungen sind, welche aus dieser Tabelle abgezogen werden können, desto mehr wird es meine Pflicht sein, über die Methode Rechenschaft abzulegen, nach welcher die in dem Tableau vorkommenden numerischen Werthe gewonnen wurden. Es durfte hier selbstverständlich keine

willkürliche Taxirung der verschieden qualificirten Jahreszeiten und Jahre angewendet werden, weil dabei leicht diese und jene Jahreszeit in ihrem Einflusse entweder zu hoch oder zu niedrig gerechnet, auf diese Weise der Natur widersprochen, und ein völlig unrichtiges und unbrauchbares Bild des Witterungsganges erhalten worden wäre. Ich habe desshalb die ganze Rechnung auf die meteorologischen Beobachtungen einer Normalstation gestützt und Hohen-Peissenberg hiezu ausgewählt, welcher Punkt mir wegen seiner Lage in der Nähe der Alpen und seiner namhaften Meereshöhe, wegen der hinreichenden Zahl der Beobachtungsjahre und weil er, wie die Alpen selbst, der hyetographischen Sommerprovinz angehört, die klimatischen Verhältnisse der östlichen Alpen am besten zu repräsentiren schien. Zu diesem Ende habe ich die nur unvollständig bearbeiteten Beobachtungen dieser Station geordnet und wie folgt zusammengestellt.

Temperaturen und Niederschlagssummen

der Jahreszeiten und Jahre für Hohen-Peissenberg, in der Jahresreihe von 1792—1850.

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr	
	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.
1792	— 0°,12	.	5°,43	4,62	11°,94	10,74	5°,34	5,91	5°,57	.
1794	+ 0,10	.	7,14	3,58	12,30	13,51	5,19	8,92	6,13	.
1795	— 2,46	1,53	5,71	2,77	11,25	11,79	6,94	2,91	5,66	19,00
1796	+ 2,01	1,30	3,66	2,42	11,45	9,79	5,55	5,67	5,36	19,18
1797	— 0,57	0,97	5,52	5,15	12,06	9,87	6,00	5,65	5,95	21,64
1798	— 0,56	1,24	5,08	4,99	11,65	10,71	5,42	5,14	5,09	22,08
1800	— 0,71	.	6,90	6,27	10,90	7,74	7,26	6,58	6,60	.
1801	+ 0,04	2,21	5,74	6,08	10,49	9,31	6,51	5,86	5,57	23,46
1802	— 1,62	4,84	4,99	4,13	12,85	6,22	6,25	3,64	5,64	18,83
1803	— 2,36	2,49	5,03	6,13	11,74	12,41	4,75	4,72	4,85	25,75
1804	— 0,30	3,25	4,76	4,93	11,48	8,53	5,96	7,25	5,30	23,96
1805	— 1,42	2,48	3,32	3,91	10,41	1,00	3,99	5,76	4,09	13,15
1806	— 0,14	2,58	4,92	2,60	11,97	11,21	6,45	6,60	6,25	22,99

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr	
	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.
1807	+ 0°,15	2″,16	4°,07	3″,44	13°,89	12″,10	6°,66	5″,26	5°,81	22″,96
1808	— 2,04	2,47	4,19	4,80	12,99	15,50	5,47	6,49	6,09	29,26
1809	— 0,97	2,18	5,69	5,80	12,82	10,96	5,09	4,40	6,09	23,34
1810	— 0,84	2,92	6,56	6,23	12,38	9,39	7,12	3,28	6,33	21,82
1813	— 1,97	.	4,78	3,99	9,35	16,05	4,49	6,90	4,39	.
1814	— 3,05	1,12	4,19	4,40	10,65	13,96	5,05	3,67	4,30	23,15
1815	— 1,59	0,04	6,96	5,58	10,02	12,84	4,42	3,75	4,82	.
1816	— 2,72	0,001	3,23	4,07	9,22	10,26	4,62	5,44	3,65	19,77
1818	— 0,30	.	5,11	3,46	11,45	8,07	6,12	5,95	5,57	.
1819	— 0,51	4,97	5,70	0,52	11,62	9,85	5,48	5,21	5,59	20,55
1820	— 1,86	3,38	4,72	4,90	11,10	8,57	3,95	4,20	4,38	21,05
1821	— 3,30	0,65	4,96	4,41	10,05	10,00	6,03	3,33	5,49	18,39
1822	+ 0,37	0,37	6,95	4,28	12,90	6,51	7,36	3,22	6,35	14,38
1823	— 2,40	0,47	4,44	4,55	10,90	11,11	5,81	4,07	4,90	20,20
1824	— 0,52	0,73	3,15	5,27	11,27	9,07	6,63	6,80	5,33	21,87
1825	— 0,61	0,42	4,40	0,98	10,95	10,29	5,40	6,37	5,10	18,06
1826	— 0,20	0,25	3,94	2,41	12,35	12,13	5,81	4,43	5,16	19,22
1827	— 2,67	0,56	5,66	2,22	11,38	14,00	5,02	3,17	5,07	19,95
1828	+ 0,64	0,58	4,79	1,40	11,17	8,57	5,69	2,88	5,49	13,43
1829	— 2,25	0,25	4,32	3,56	10,36	11,65	3,78	5,32	3,46	20,78
1830	— 5,27	1,12	6,00	5,88	11,13	16,20	5,05	6,41	4,71	29,61
1831	— 1,08	1,97	5,28	4,60	11,00	14,88	6,08	3,86	5,39	25,31
1832	— 0,51	1,48	4,24	2,51	11,25	9,37	5,11	2,35	4,96	15,71
1833	— 0,79	1,94	4,85	3,11	10,17	12,19	5,13	7,20	5,08	24,44
1834	+ 0,99	3,04	4,66	2,79	13,16	9,30	6,11	3,36	5,99	18,49
1835	— 0,67	3,59	3,69	4,42	12,11	7,10	4,07	4,48	4,71	19,59
1836	— 1,98	1,42	4,46	2,94	11,89	5,68	4,89	5,05	4,96	15,09
1837	— 1,03	1,41	1,92	7,44	12,04	9,80	3,85	5,52	4,27	24,17
1838	— 2,32	1,86	3,44	4,94	10,51	10,49	5,72	5,82	4,18	23,11
1839	— 2,18	2,56	2,20	4,99	12,07	10,41	7,08	4,05	4,79	22,01
1840	+ 0,04	2,91	3,24	4,93	10,65	16,65	5,09	7,90	4,37	32,39
1841	— 2,26	1,70	5,71	4,55	10,83	13,70	6,61	6,23	4,78	26,18

Jahre	Winter		Frühjahr		Sommer		Herbst		Jahr	
	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.	Temperatur nach R.	Niederschlag in P. Z.
1842	— 1°,43	1″,55	4°,62	3″,76	12°,55	6″,68	3°,98	5″,85	5°,09	17″,84
1843	+ 1,45	1,91	3,85	7,34	10,30	13,55	5,78	4,48	5,19	27,28
1844	— 1,59	1,67	4,26	4,88	10,62	11,23	6,46	7,24	4,66	25,02
1845	— 2,51	1,50	2,88	4,62	11,44	12,38	6,74	2,71	4,83	21,21
1846	+ 0,68	1,55	5,72	4,50	13,46	9,19	6,51	5,58	6,23	20,82
1847	— 2,07	0,75	4,55	2,48	11,16	8,93	5,76	2,90	5,04	15,06
1848	— 2,00	1,92	5,85	3,20	12,20	7,07	5,45	3,14	5,61	15,33
1849	+ 0,74	1,50	4,04	2,01	11,93	5,20	5,74	4,65	5,27	13,36
1850	— 1,61	4,19	3,56	4,57	11,57	8,60	4,65	6,32	4,74	23,68
Mittel	— 1°,073	1″,780	4°,723	4″,173	11°,473	10″,605	5°,601	5″,041	5°,163	19″,826

Hierauf wurde wie folgt verfahren:

Die Wintertemperaturen und Sommerniederschläge wurden, weil sie ohne, oder von nur geringem Einflusse auf die Ökonomie der Gletscher sind, keiner weiteren Berücksichtigung unterzogen.

Niederschlag und Wärme in den Hochregionen der Alpen wurden, sowohl für das Jahr als für die Jahreszeiten, mit den gleichnamigen Grössen der Normalstation proportional angenommen.

Für das Normalmittel des Herbstniederschlages ist nun eine beliebige Gewichtszahl (100) gesetzt und durch Auflösung einfacher Proportionen die entsprechende Gewichtszahl für den mittleren Winter- und für den mittleren Frühjahrsniederschlag aufgefunden worden; für jenen ergab sich die Zahl 35, für diesen 83.

Sofort wurden für die Niederschläge bei jeder Jahreszeit sowohl die oberen als unteren mittleren Extreme aufgesucht und dieselben mit dem Normalmittel verglichen; die Unterschiede wurden durch 3 dividirt und die erhaltenen Quotienten erst einmal, dann zweimal zum Normalmittel addirt oder davon subtrahirt, wodurch sich die Grenzen der Niederschlagsmengen für die betreffende sehr feuchte und feuchte, trockene und sehr trockene Jahreszeit ergaben. Nun war es leicht, nach dem Verhältniss des Normalmittels

zu der dazu gehörigen Gewichtszahl, die Gewichtszahlen für die vier übrigen Niederschlagsstufen derselben Jahreszeit aufzufinden [1]).

Da ferner in einem mittleren Jahre die den Gletscher begünstigenden Grössen des Niederschlages und die ihm feindlichen der Wärme sich gegenseitig aufheben und daher einander gleich sein müssen, so wurde die Summe der mittleren Gewichtszahlen des Niederschlages, hier $= 35 + 83 + 100 = 218$, zugleich auch als die Summe der den Jahreszeiten von der Temperatur des Normalmittels entsprechenden Gewichtszahlen angesetzt und diese Summe nach dem Verhältnisse dieser Mittel getheilt. Auf solche Weise bekam das mittlere Frühjahr die Gewichtszahl 47, der mittlere Sommer 115 und der mittlere Herbst 56, worauf in derselben Art wie bei den Niederschlägen die Wärmegrenzen für jede einzelne Qualification der Jahreszeiten und die dazu gehörigen Gewichtszahlen gerechnet wurden [2]).

---

[1]) So ergab sich z. B. für den Winter das obere Extrem des Niederschlages mit 4,"66, das untere mit 0,"18. Das Normalmittel aber beträgt 1,"78, die Unterschiede mit den beiden Extremen sind resp. 2,"88 und 1,"60, und die dritten Theile dieser Unterschiede 0,"96 und 0,"53. Hieraus konnten die Grenzen der einzelnen Qualificationen des Winters wie folgt abgeleitet werden:

feucht	ob E.	4,"66	*ff*
		3, 70	*f*
		2, 74	
mittel	N. M.	1, 78	.
		1, 25	*t*
trocken		0, 72	
	unt. E.	0, 18	*tt*

Die Gewichtszahl des mittleren Winters ist 35, daher

1,78 : 35 = 2,74 : x = 54 für *f*.
1,78 : 35 = 3,70 : x = 72 „ *ff*.
1,78 : 35 = 1,25 : x = 25 „ *t*.
1,78 : 35 = 0,72 : x = 15 „ *tt*.

Bei den zwei anderen Jahreszeiten ergaben sich die analogen Gewichtszahlen wie hier folgt.

Frühjahr.	Herbst.
ff = 121.	*ff* = 136.
f = 102.	*f* = 118.
t = 62.	*t* = 82.
tt = 40.	*tt* = 65.

[2]) Ich gebe im Nachstehenden die Resultate dieser Bestimmungen:

Frühjahr.	Sommer.	Herbst.
ww = 60,	*ww* = 128,	*ww* = 67.
w = 54,	*w* = 121,	*w* = 61.
. = 47,	. = 115,	. = 56.
k = 40,	*k* = 107,	*k* = 50.
kk = 32,	*kk* = 100,	*kk* = 45.

Dieselbe Grenzenbestimmung wurde bei den Niederschlags-summen und dem Temperaturmittel der Jahre für Hohen-Peissenberg und ausserdem auch überall dort angewendet, wo geordnete Beobachtungen, die zur Construction des mitgetheilten Witterungs-Tableau's benützt werden konnten, vorlagen [1]).

Die auf solche Art gefundenen Zahlenwerthe wurden nun anstatt der angesetzten Wortzeichen in das Tableau eingetragen, bei jedem Jahre die Summe der Gewichtszahlen der Niederschläge und die der Temperatur aufgesucht und jene durch diese dividirt. Hiedurch ergab sich der Charakter des Jahres bezüglich seines Einflusses auf die Alimentation der Gletscher. Um jedoch die Exponenten jener Verhältnisse etwas ersichtlicher zu gestalten, wurden dieselben mit 10 multiplicirt. Das mittlere Jahr erscheint demnach in dem Tableau mit der Gewichtszahl 10, bei den gletscherfördernden Jahren ist sie grösser, bei den entgegengesetzten kleiner als diese Zahl.

Für diejenigen Jahre endlich, für welche jede Nachricht über die meteorologische Beschaffenheit der Jahreszeiten fehlt, der Charakter des Jahres im Allgemeinen jedoch angegeben ist, wurde der numerische Werth dieser Qualification durch Mittelziehung aus allen übrigen analogen Jahren gefunden.

Es ist mir auf diesem Wege gelungen, die allgemeinen verbalen Bezeichnungen der Witterung in feste, nach den natürlichen Thatsachen geordnete Zahlenwerthe umzuwandeln, die, wenn wir sie mit den Resultaten wirklicher Beobachtungen vergleichen, was für einige Jahresreihen des letzten Säculums geschehen kann, an Genauigkeit und Übereinstimmung kaum etwas zu wünschen übrig lassen. —

Die Schlüsse aber, zu welchen uns das Tableau berechtigt, sind nachfolgende:

1. Wenn wir die Summen der Gewichtszahlen für Zeiträume von je 50 Jahren zusammenstellen, so erhalten wir folgende Werthe:

---

[1]) Dies geschah mit den meteorologischen Daten von Wien, Graz, Kremsmünster, Innsbruck, Udine, Trient, Padua, Mailand, Neufchatel, Lausanne, Beziers, Montmorency, Toulouse, Bordeaux, Paris, London, Upminster, Southwick, u. A. m.

für die Jahrreihe von	1606—1655 .	. 526·5;	Jahresmittel = 10·53
„ „ „ „	1656—1705 .	. 556·0	„ = 11·12
„ „ „ „	1706—1755 .	. 512·3	„ = 10·25
„ „ „ „	1756—1805 .	. 499·6	„ = 9·99
„ „ „ „	1806—1855 .	. 526·0	„ = 10·52
	Mittel . .	. 524·1	. . . . 10·43

Diese Zahlen erklären die Thatsachen: dass der Vernagtgletscher im Jahre 1676, also in der Periode der grössten 50jährigen Summe, seinen gewaltigsten Ausbruch hatte, dass die Gletscher in der Schweiz um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer tiefsten Ebbe standen, und dass gegenwärtig alle Gletscher im Anwachs begriffen sind. Sie deuten demnach auch das Auftreten säcularer Oscillationen der Witterung an, d. h. mittlerer Verbesserungen und Verschlechterungen derselben in langen Zeiträumen, so zwar dass die Periode der grössten Nässe und Kälte in die zweite Hälfte des siebenzehnten, die der grössten Wärme und Trockenheit in die zweite Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts fällt. Die Gegenwart steht in dieser Beziehung wieder ziemlich tief unter dem Mittel und scheint der ersten Hälfte des XVII. Jahrhunderts gleich zu sein. Eine theilweise Bestätigung dieser Abstraction ergibt sich aus allen längeren Beobachtungsreihen, die in das vorige Säculum hinaufreichen, wie z. B. bei Mailand, wo von der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zur ersten Hälfte des jetzigen die mittlere Jahressumme des Niederschlages von 34″6 auf 42″9 stieg und zugleich auch das Jahresmittel der Temperatur von 10°02 auf 9°48 sank [1]).

2. Die grössten Decenniensummen der Gewichtszahlen zeigt das Tableau für die Jahresreihen von 1591—1600, von 1666—1675, von 1761—1770, von 1812—1821 und von 1836—1845, welches durchaus Perioden sind, die die Zeiten der bekannten grossen Gletschervorrückungen einschliessen.

3. Noch genauer aber werden diese Zeiten durch die Quinquenniensummen angedeutet. Die stärksten Summen dieser Art

---

[1]) Eben so ergab sich in Paris der mittlere jährliche Niederschlag für die Jahresreihe
von 1689—1705 mit 19,″32,
„ 1706—1754 „ 15, 56,
was eine weitere Bestätigung der durch das Tableau erhaltenen Resultate liefert. Siehe die Niederschlagssummen für diese Station in Cotte: Traité de Météor. II. p. 231.

fallen auf folgende Perioden: 1597—1601, 1622—1626, 1671—1675, 1766—1770, 1801—1805, 1812—1816, 1816—1820 und 1840—1844, unter welchen blos das Quinquennium von 1801—1805 durch keine grössere Gletscheroscillation bezeichnet ist[1]. Nur die grosse Schwankung des Gurglergletschers in den Jahren 1716 und 1717 ist durch die zehnjährige Summe gar nicht, und durch die fünfjährige nur schwach angedeutet. Es geht demnach aus diesen Thatsachen unzweifelhaft hervor, dass die veranlassenden Ursachen der Gletscherschwankungen nicht ausserhalb eines vorangehenden Zeitraumes von vier Jahren fallen[2]. Dieser Schluss ist ohne Zweifel von grosser Tragweite für die Theorie der Gletscherbewegung.

4. Ebenso fallen die ausgesprochenen Rückzüge der Gletscher von 1748, 1821—1824, 1833 und um das Jahr 1850 herum in die Zeiten der kleinsten zehn- und fünfjährigen Gewichtszahlensummen.

5. Die einzelnen Jahre mit den stärksten Gewichtszahlen sind:

1598,	G. Z. 14, 4;	1599 Ausbruch des Vernagtgletschers.
1624	„ „ 13, 8;	1626 theilweiser Ausbruch desselben Gletschers.
1655	„ „ 14, 4;	ohne Folgen.
1674	„ „ 13, 8;	1676 grosser Ausbruch des Vernagtgletschers.
1688	„ „ 14, 0;	ohne Folgen.
1695	„ „ 14, 5;	ohne Folgen.
1709	„ „ 15, 0;	1716 gewaltiger Ausbruch des Gurglergletschers.
1767	„ „ 14, 4;	1769—1770 vierter Ausbruch des Vernagtgletschers und starker Anwachs aller Schweizer Gletscher.
1768	„ „ 14, 9;	
1770	„ „ 13, 6;	

[1]) Wir werden übrigens sehen, dass auch die wirklichen Beobachtungen für dieses Quinquennium eine hohe Gewichtszahl liefern.

[2]) Dies widerspricht der Ansicht Alb. Mousson's, der die Wirkung auf das Gletscherende „aus der örtlichen Jahresveränderung und der Massenveränderung einer viel früheren Zeit, die, von der Firnregion stammend, und auf der ganzen Länge des Gletschers modificirt, zuletzt an sein Ende gelangt“ ableitet. Die Gl. der Jetztzeit pag. 173.

1814 G. Z. 14, 2; 1816 „ „ 15, 1;	1816 — 1817 Ausbruch des Suldner und Langtauferer Gletschers, sowie auch aller Schweizer Gletscher.
1840 „ „ 15, 0;	1842 Anfang des 5. grossen Ausbruches des Vernagtgletschers.
1850 „ „ 14, 4;	ohne Folgen.
1855 „ „ 14; 0;	1856 Ausbruch des Suldner Gletschers.

Da nun die Jahre 1655, 1688, 1695 und 1850 weder Decennien noch Quinquennien mit grossen Gewichtsummen angehören, so sind offenbar die stärkeren Schwankungen der Gletscher nicht von dem gletscherfördernden Charakter eines einzelnen Jahres abhängig.

6. Da ferner das Quinquennium von 1801 — 1805 wohl eine bedeutende Gewichtssumme im Ganzen, aber kein besonders ausgezeichnetes Jahr besitzt, so scheint der Schluss statthaft, dass grössere Gletscherausbrüche nur nach sehr schlechten Jahren in schlechten Perioden stattfinden.

7. Aus der obigen Zusammenstellung geht endlich hervor, dass die Wirkung eines solchen schlechten Jahres auf den Anwachs der Gletscher sich schon im ersten oder zweiten Jahre darnach zu äussern beginne. Dies war durchaus bei allen Ausbrüchen des Vernagt-, Langtauferer, und Suldner Gletschers der Fall; nur bei dem Gurglergletscher allein setzen die vorhandenen Nachrichten den Ausbruch in das siebente Jahr nach dem ausserordentlich schneereichen Winter von 1709; da aber dieser Gletscher anno 1716 bereits das Langthal absperrte, also um diese Zeit bereits weit vorgeschritten war, alle grossen Oscillationen dieser Art aber zuerst langsam vorschreiten, und erst um Jahre später ihre volle Intensität erreichen, so kann angenommen werden, dass der besagte Gletscher seine Oscillation etwa schon im Jahre 1712 — 1713, also 3 — 4 Jahre nach 1709 begonnen habe.

Nun war die mittlere Länge der drei erstgenannten Gletscher vor ihren respectiven Ausbrüchen fast gleichmässig 18000 — 19000 W. F., die des mächtigen Gurglergletschers aber nicht unter 26000 W. F. Hieraus kann mit Recht gefolgert werden, dass die bedingenden Einflüsse der Witterung bei grossen

Gletschern später als bei kleineren zum Ausdruck kommen [1]).

Um nun die Richtigkeit dieser, aus den Angaben des Tableau's abgeleiteten Gesetze zu prüfen, wird es genügen, die Übereinstimmung jener Angaben mit den Daten geregelter meteorologischer Beobachtungen nachzuweisen. Wegen der vielen und grossen Lücken in den Aufzeichnungen des Peissenberger Observatoriums wählen wir hiezu die am Fusse der Alpen liegende meteorologische Station Mailand.

Tabelle

zur Vergleichung der jährlichen Verhältnisse des Niederschlages der sieben Wintermonate zur Wärme der fünf Sommermonate für die Station Mailand.

Jahre	Niederschlagssumme der sieben Wintermonate. (October bis April) *a*	Wärme der fünf Sommermonate. (Mai bis September) *b*	Gewichtszahl *a : b*	Fünfjährige		Zehnjährige	
				Summen der Gewichtszahlen			
1765	328,1'''	78,4°	4,2				
1766	.	82,4	.				
1767	.	81,7	.				
1768	183,9	82,4	2,2				
1769	289,8	85,4	3,4				
1770	197,9	85,3	2,3	? 17,0			
1771	253,6	87,3	2,9				
1772	292,6	87,9	3,3				
1773	201,6	81,0	2,5				
1774	267,7	84,9	3,1				
1775	76,7	84,3	0,9	12,7		? 29,7	
1776	203,1	82,8	2,4				
1777	227,2	81,4	2,8				
1778	324,7	85,1	3,8				
1779	75,4	85,7	0,9				
1780	232,5	87,4	2,6	12,5			

[1]) Denselben Schluss gibt die Geschichte der Schweizer und savoyischen Gletscher an die Hand. Die Mte. Rosa-Gletscher schoben bereits im Jahre 1815, der obere Grindelwald-Gletscher 1842, die Montblanc-Gletscher 1843 vor. Die veranlassenden Jahre waren hiebei 1814 und 1840.

Jahre	Niederschlags-summe der sieben Wintermonate. (October bis April) *a*	Wärme der fünf Sommer-monate. (Mai bis September) *b*	Gewichts-zahl *a* : *b*	Fünfjährige		Zehnjährige	
				Summen der Gewichtszahlen			
1781	218''',5	86°,6	2,5				
1782	190,7	86,6	2,2				
1783	193,6	83,7	2,3				
1784	235,3	92,0	2,6				
1785	267,7	89,7	3,0	12,6		25,1	
1786	387,1	85,0	4,5				
1787	211,0	85,2	2,4				
1788	242,7	88,5	2,7				
1789	137,5	85,9	1,6				
1790	181,9	86,8	2,1	13,3			
1791	252,0	85,3	2,9				
1792	255,6	83,6	3,0		12,3		
1793	241,0	87,4	2,8				
1794	233,2	85,4	2,7				
1795	237,6	84,5	2,8	14,2		27,5	
1796	238,0	85,2	2,8				
1797	321,0	88,2	3,6		13,7		26,0
1798	240,5	85,7	2,8				
1799	199,5	82,5	2,3				
1800	206,1	84,3	2,4	13,9			
1801	211,3	82,8	2,5				
1802	372,3	89,0	4,1		14,1		
1803	354,3	86,0	4,1				
1804	295,5	87,4	3,3				
1805	338,4	83,3	4,0	18,0		31,9	
1806	202,8	83,0	2,4				
1807	173,4	88,4	1,9		15,7		29,8
1808	231,5	86,6	2,9				
1809	277,5	84,5	3,3				
1810	319,3	80,2	3,9	14,4			
1811	261,1	86,4	3,0				
1812	194,7	82,9	2,3		15,4		

Jahre	Niederschlagssumme der sieben Wintermonate. (October bis April) *a*	Wärme der fünf Sommermonate. (Mai bis September) *b*	Gewichtszahl *a* : *b*	Fünfjährige		Zehnjährige	
				Summen der Gewichtszahlen			
1813	284‴,5	80°,0	3,5				
1814	355,8	77,5	4,6				
1815	331,3	82,2	4,0	17,4		31,8	
1816	248,4	75,3	3,3				
1817	135,8	79,5	1,7		17,1		32,5
1818	157,8	82,8	1,9				
1819	223,0	83,6	2,7				
1820	307,7	85,3	3,6	13,2			
1821	214,8	81,7	2,6				
1822	180,6	89,6	2,0		12,8		
1823	365,6	85,0	4,3				
1824	246,1	85,9	2,8				
1825	214,8	85,4	2,5	14,2		27,4	
1826	335,3	84,8	3,9				
1827	402,8	82,4	4,8				
1828	132,9	87,6	1,5				
1829	246,7	82,0	3,0				
1830	164,6	86,0	1,9	15,1			
1831	292,9	80,0	3,6				
1832	235,5	79,9	2,9				
1833	261,8	77,9	3,3				
1834	136,9	83,0	1,6				
1835	170,5	76,0	2,2	13,6		28,7	
1836	254,1	75,2	3,4				
1837	300,1	78,6	3,8				
1838	297,8	78,1	3,8				
1839	232,0	80,3	2,9				
1840	379,1	78,3	4,8	17,7			
1841	255,4	81,7	3,1				
1842	286,3	78,5	3,6				
1843	322,9	75,1	4,3				
1844	154,9	79,8	2,0				

Jahre	Niederschlagssumme der sieben Wintermonate. (October bis April) *a*	Wärme der fünf Sommermonate. (Mai bis September) *b*	Gewichtszahl *a* : *b*	Fünfjährige	Zehnjährige
				Summen der Gewichtszahlen	
1845	426''',0	75°,8	5,6	18,6	36,3
1846	238,5	85,9	2,8		
1847	317,2	81,1	3,9		
1848	315,0	82,5	3,8		
1849	327,6	83,4	3,9		
1850	246,9	76,2	3,2	17,6	
1851	260,0	74,8	3,5		
1852	92,8	79,8	1,2		
1853	278,0	80,7	3,4		
1854	192,4	78,5	2,4		
1855	372,5	79,7	4,7	15,2	32,8
1856	244,6	79,5	3,1		
Mittel der Gewichtszahlen . .			3,0	15,1	30,2

Ungeachtet der in vielen Punkten herrschenden Verschiedenheit zwischen den klimatischen Verhältnissen der Alpen und jenen Oberitaliens, zeigt diese Tabelle dennoch alle bezeichnenden und wesentlichen Merkmale des Witterungsganges in einer mit den Angaben des Tableau's hinreichend übereinstimmenden Weise. So fallen z. B. da wie dort die grössten 10- und 5jährigen Gewichtssummen auf dieselben Perioden, was selbst bei dem durch keine Gletscher-Oscillation bezeichneten Quinquennium von 1801—1805 der Fall ist. Nicht minder deuten beide die Jahrgänge 1814, 1840, 1845 und 1855 durch grosse Gewichtszahlen als diejenigen an, die, ausgezeichneten Quinquennien angehörig, von notorischen Gletscherausbrüchen gefolgt waren. Es treten indess auch einige Anomalien auf, die jedoch durch die eben so gut oder noch besser berechtigten Peissenberger Angaben widerlegt und modificirt werden.

Die Zusammenstellung dieser Tabelle aus den Winterniederschlägen und der Sommerwärme bestätigt ferner die im Eingange

dieses Aufsatzes behauptete Ansicht von der geringen Bedeutung der sommerlichen Niederschläge in der Ökonomie der Gletscher.

Die beiliegende Zeichnung veranschaulicht den Verlauf der Witterung sowohl nach den Resultaten des Witterungstableau's, als auch nach den Daten der Mailänder und Peissenberger Beobachtungen; die Curven steigen wenn Nässe und Kälte, und sinken wenn Wärme und Trockenheit überhand nehmen. —

Wenn wir nun den Einfluss der Winde auf die Gletscherschwankungen untersuchen, so wollen wir uns hiezu der Peissen-Beobachtungen bedienen, die für den Nordhang der centralen Alpenkette ohne Zweifel maassgebender sind als die Mailänder. Es enthalten jene zwar einige Lücken, welche indess auf keine sehr wichtigen Jahre fallen, jedoch anderseits den grossen Vortheil gewähren, dass sie acht Windrichtungen verzeichnen, während bei den Mailänder Beobachtungen nur deren vier angegeben sind.

Es ist klar, dass es sich bei diesem Theile meiner Aufgabe wieder nur um die Winde der sieben Wintermonate handelt. Der Firn ist schwer und mehr oder weniger cohärent, wesshalb auch die Sommerwinde auf seine Vertheilung keinen Einfluss üben.

Ich habe mich desshalb der Mühe unterzogen, aus den täglichen Aufzeichnungen von Hohen-Peissenberg die Summen der Windstärken für jede einzelne Windrichtung in den bekannten sieben Wintermonaten zusammenzustellen. Die Windstärken sind in den Beobachtungen derart angegeben, dass 0 der Windstille und 4 dem Sturme entspricht; wo aber die beobachtete Windstärke zwischen zwei Gradationen fiel, da wurden beide angemerkt (z. B. S. 2 — 3); in diesem Falle habe ich die Gradation 2,5 angenommen. In der auf solche Weise verfassten Tabelle sind, wie dies auch schon bei den Angaben der Winterniederschläge für die Station Mailand geschehen, bei jedem Jahre die Daten der drei Wintermonate October, November und December des vorhergehenden Jahres mitgezählt, wesshalb die verzeichneten meteorologischen Ereignisse eines Jahres noch im Frühjahr, Sommer oder Herbste desselben Jahres auf die Veränderungen der Gletscher von Wirkung sein können.

Eine zweite Rubrik zeigt bei jeder Weltgegend die Zahl der Beobachtungen an, bei welchen Stürme angesetzt sind.

Tabelle

über die Vertheilung der Windrichtungen und Windstärken auf Hohenpeissenberg, für die sieben Wintermonate, d. i. vom October bis April.

Jahre	Windstärke aus N.	Stürme	Windstärke aus NO.	Stürme	Windstärke aus O.	Stürme	Windstärke aus SO.	Stürme	Windstärke aus S.	Stürme	Windstärke aus SW.	Stürme	Windstärke aus W.	Stürme	Windstärke aus NW.	Stürme
1795	24,5	.	23,0	.	246,0	3	145,0	.	201,5	.	134,5	1	150,5	2	33,0	.
1796	20,0	.	38,0	.	257,5	.	113,0	.	184,5	.	165,5	3	281,5	3	26,5	.
1797	32,5	.	37,0	.	287,0	1	106,0	.	237,5	1	102,0	3	211,0	.	20,5	.
1798	39,0	.	49,0	.	211,0	.	110,5	.	258,0	1	98,0	3	299,0	.	12,0	.
1801	67,0	.	75,0	1	250,5	.	116,5	.	319,0	8	119,5	5	300,5	6	26,0	.
1802	60,5	.	128,5	2	219,0	.	79,0	.	394,5	4	168,5	4	172,0	5	23,5	.
1803	48,5	.	69,0	.	282,0	1	190,0	1	256,5	2	113,5	3	276,0	7	22,5	.
1804	41,0	.	5,0	.	223,5	3	98,5	.	296,5	.	137,0	5	414,5	1	26,0	.
1805	52,0	.	101,0	.	277,0	.	135,5	2	191,5	2	105,0	1	247,0	3	24,0	.
1806	51,5	.	31,0	.	216,0	.	41,0	.	253,0	1	181,5	7	314,0	4	26,0	1
1807	23,0	.	124,5	.	91,0	.	89,0	.	189,0	1	360,5	1	200,0	.	60,5	.
1808	16,0	.	56,0	.	160,5	.	125,0	.	196,5	1	390,0	1	110,0	.	28,0	.
1809	6,0	.	119,5	.	59,0	.	145,5	.	216,0	1	332,5	1	94,0	.	36,0	.
1810	62,0	.	177,5	.	84,5	.	75,0	.	54,5	.	165,5	.	168,0	.	95,0	.
1814	51,0	.	206,0	.	81,5	.	40,0	.	17,5	.	41,0	.	387,0	.	28,5	.
1815	25,5	.	134,5	.	95,0	.	64,5	.	30,0	.	80,0	.	525,5	4	37,0	.
1816	49,5	.	132,5	.	87,0		51,5	.	27,5	.	48,0	.	488,5	2	32,0	.
1817	24,5	.	3,5	.	281,5	.	18,0	.	18,0	.	3,0	.	466,0	1	12,0	.
1820	9,5	.	181,0		86,5	.	50,0	.	16,0	.	150,5	.	271,0	.	97,5	.
1821	50,5	.	118,0	.	61,0	.	97,5	.	32,0	.	201,5	4	264,5	3	114,0	.
1822	2,0	.	162,0	.	18,0	.	63,5	.	5,0	.	108,0	.	499,0	32	123,5	.
1823	19,5		205,0	.	37,5	.	134,0	.	28,0	.	247,0	2	169,5	2	150,5	1
1824	14,5	.	159,5	.	40,5	.	140,5	.	12,5	.	270,0	2	217,0	3	155,5	.
1825	1,5	.	147,0	.	24,0	.	84,5	.	21,5	.	351,0	24	243,5	1	216,0	4
1826	30,0	.	143,0	.	91,5	.	89,0	.	17,0	.	155,5	7	233,5	1	151,5	2
1827	14,0	.	206,0	1	20,0	.	109,0	.	15,5	.	315,0	9	204,5	12	168,0	.
1828	53,0	.	123,0	.	54,0	.	52,5	.	28,0	.	45,5	.	577,5	3	66,5	.
1829	23,5	.	113,0	.	107,5	.	49,0	.	49,5	.	109,0	.	351,5	.	56,5	.

Jahre	Windstärke aus N.	Stürme	Windstärke aus NO.	Stürme	Windstärke aus O.	Stürme	Windstärke aus SO.	Stürme	Windstärke aus S.	Stürme	Windstärke aus SW.	Stürme	Windstärke aus W.	Stürme	Windstärke aus NW.	Stürme
1830	26,5	.	171,0	.	70,0	.	69,0	.	29,0	.	69,5	.	457,0	.	50,0	.
1831	43,5	.	118,0	.	81,0	.	59,5	.	61,0	.	47,0	.	410,0	.	86,5	.
1832	40,0	.	214,5	.	73,5	.	49,0	.	76,0	.	79,5	.	321,0	.	42,5	.
1833	33,5	.	156,5	.	59,5	.	70,0	.	48,5	.	100,5	.	333,5	.	55,0	.
1834	43,5	.	110,0	.	68,0	.	32,0	.	40,5	.	47,0	.	539,0	.	43,0	.
1835	19,0	.	167,5	.	52,5	.	15,0	.	41,5	.	38,5	.	511,5	.	27,0	.
1836	28,5	.	143,5	.	73,0	.	49,5	.	37,5	.	72,0	.	391,5	.	67,5	.
1837	22,5	.	114,5	.	60,0	.	51,5	.	34,5	.	88,5	.	386,0	1	64,5	.
1838	29,5	.	174,5	.	31,5	.	52,0	.	19,0	.	66,0	.	377,0	1	68,0	.
1839	17,5	.	198,0	.	46,0	.	51,5	.	11,0	.	83,0	.	409,0	.	51,0	.
1840	33,0	.	287,5	.	71,5	.	39,5	.	35,0	.	70,0	.	270,5	.	57,5	.
1841	37,5	.	151,5	.	63,5	.	49,0	.	35,0	.	105,5	.	375,0	.	49,5	.
1842	24,0	.	197,5	.	31,0	.	61,5	.	57,0	.	225,0	1	240,0	1	37,5	.
1843	24,5	.	169,0	.	29,5	.	89,0	.	33,0	.	241,5	1	224,5	2	72,0	.
1844	17,5	.	207,5	.	19,5	.	140,0	.	27,0	.	224,0	4	376,5	3	85,5	.
1845	22,0	.	163,0	.	38,5	.	109,0	.	79,0	.	228,5	7	205,5	.	89,5	.
1846	23,0	.	80,0	.	36,5	.	54,5	.	64,0	.	431,0	3	272,0	.	81,0	.
1847	24,5	.	201,5	.	50,0	.	61,0	.	42,0	.	363,0	1	205,0	1	55,0	.
1848	26,0	.	99,5	.	70,0	.	82,0	.	90,0	.	327,5	.	179,0	.	58,0	.
1849	30,5	.	94,5	.	36,5	.	70,5	.	44,0	.	370,0	.	242,5	.	64,0	.
1850	29,5	.	137,5	.	51,5	.	48,0	.	45,5	.	299,5	.	235,0	2	113,5	.

Nach diesen Daten wurde sofort für jeden Winter die mittlere Windrichtung und die Kraft dieser Resultirenden nach den Lambert-schen Formeln gerechnet. Diese Formeln, in welchen φ den Winkel der resultirenden mittleren Windrichtung mit der Mittagslinie, vom Nordpunkte gegen Ost gezählt, und P die Kraft derselben bezeichnet, sind:

$$tang\, \varphi = \frac{A}{B}$$

$$A = O - W + [(NO + SO) - (SW + NW)]\ sin\ 45^{o}.$$
$$B = N - S + [(NO + NW) - (SO + SW)]\ cos\ 45^{o}.$$

$$P = \sqrt{A^2 + B^2} = B \sec\varphi = \frac{B}{\cos\varphi} = \frac{A}{\sin\varphi}.$$

Nachstehende Tabelle zeigt die Resultate dieser Rechnung.

Tabelle

über die resultirenden mittleren Windrichtungen und ihre Kräfte in den sieben Wintermonaten, auf Hohen-Peissenberg.

Jahre	Resultirende Windrichtung	Vulgäre Bezeichnung der resultirenden Windrichtung	Kraft der resultirenden Windrichtung	Jahre	Resultirende Windrichtung	Vulgäre Bezeichnung der resultirenden Windrichtung	Kraft der resultirenden Windrichtung
1795	165° 2′	S. gg. O.	348,4	1827	264°40′	W. gg. S.	361,7
1796	189·31	S. gg. W.	320,2	1828	280·39	W. gg. N.	486,9
1797	164·30	S. gg. O.	354,6	1829	265·20	W.	246,8
1798	189·18	S. gg. W.	327,6	1830	276·40	W. gg. N.	307,4
1801	182·53	S.	347,9	1831	129·57	SO.	67,6
1802	171·47	S. gg. O.	405,5	1832	290·25	WNW.	157,3
1803	173· 4	S. gg. O.	302,1	1833	273·35	W.	224,2
1804	210·13	SW. gg. S.	463,0	1834	294·27	NW. gg. W.	127,5
1805	154·34	SSO.	203,6	1835	281·36	W. gg. N.	384,1
1806	211·19	SW. gg. S.	372,8	1836	280·57	W. gg. N.	285,9
1807	216· 0	SW. gg. S.	435,7	1837	272·15	W.	317,2
1808	193·34	S. gg. W.	499,1	1838	288·57	WNW.	303,5
1809	185·38	S. gg. W.	500,2	1839	287·16	WNW.	294,5
1810	288·41	WNW.	94,1	1840	340·36	NNW.	174,4
1814	308·12	NW. gg. W.	229,8	1841	277·14	W. gg. N.	281,6
1815	272·15	W.	372,8	1842	250·41	WSW.	231,2
1816	283·57	W. gg. N.	345,8	1843	252·57	WSW.	245,0
1819	270·50	W.	179,9	1844	266·16	W.	330,8
1820	340·49	NNW.	597,9	1845	239·35	SW. gg. W.	231,4
1821	264· 0	W. gg. S.	275,7	1846	241·42	SW. gg. W.	570,6
1822	279· 6	W. gg. N.	491,4	1847	242·49	WSW.	265,4
1823	261· 0	W. gg. S.	175,9	1848	226·16	SW.	254,4
1824	256· 7	W. gg. S.	273,2	1849	237·16	SW. gg. W.	397,0
1825	261· 7	W. gg. S.	462,2	1850	255·15	W. gg. S.	354,5
1826	283·56	W. gg. N.	200,9				

Diese Ergebnisse klären auf eine genügende Weise alle bei den Schwankungen der Tiroler Gletscher vorgekommenen scheinbaren Anomalien auf; diese letzteren aber liegen in folgenden Erscheinungen.

1. Im Jahre 1816 brachen, unter entsprechenden Niederschlags- und Temperatur-Verhältnissen, der Suldner und Langtauferer Gletscher aus, während der Vernagt ruhig blieb, oder nur wie alle übrigen Gletscher langsam vorrückte.

2. Im Jahre 1822 schob, in einem übrigens wenig ausgezeichneten Quinquennium, der Vernagt allein mit seinem linksseitigen Arme bedeutend und tumultuarisch vor, indess alle übrigen Gletscher nicht blos stille standen, sondern sich sogar zurückzogen.

3. Im Jahre 1842 begann der Vernagt, in Folge des sehr schneereichen und feuchten Jahres 1840 seinen grossen letzten Ausbruch, während der Suldner und Langtauferer Gletscher nur mässig anwuchsen.

4. Die verschiedenen Ausbrüche des Vernagtgletschers waren von keinen entsprechenden Vorrückungen seiner beiden Nachbarn, d. h. des Hintereis- und Mitterkargletschers begleitet, die wie er auf derselben Seite des Kammes liegen und beinahe die gleiche Exposition besitzen.

Zur Erklärung dieser Anomalien wird es zuvörderst nöthig sein die topographischen Verhältnisse der erwähnten Gletscher übersichtlich ins Auge zu fassen.

Das Firnfeld des Vernagtgletschers liegt östlich von dem des Gepaatschgletschers, und der Kamm, der beide trennt, erhebt sich nur wenige hundert Fuss über die schöne und ausgedehnte Hochfläche, die von den Firnen des letztgenannten Gletschers bedeckt ist; die Streichungslinie des Kammes aber hat hier, in ihrem südlichen Theile, die Lage N. 7° O., und daher die den Transport des Schnees von dem westlichen auf das östliche Kammgehänge zumeist begünstigende Windrichtung jene von N. durch O. 277°.

Der Hintereisgletscher kann ebenfalls nur vom Gepaatschgletscher transportirten Schnee erhalten, doch verdient erwähnt zu werden, dass jener Wind, der den Schnee von der erwähnten Seite herüberweht, ihn ohne Schwierigkeit über die höheren Lagen des Kesselwandferners (Zufluss des Hintereisgletschers) fortführen, und in das rechtseitige secundäre Firnbecken des Vernagt ablagern kann,

was bei heftigen Luftströmungen wohl in den meisten Fällen geschehen wird. Die günstigste Richtung des entsprechenden Windes ist N. durch O. 285°. Das Firnfeld des Langtauferer Gletschers fällt zu steil gegen Westen ab, als dass der Hintereisgletscher von dieser Gegend her eine sehr bedeutende Schneemasse durch Windwehung gewinnen könnte.

Der Langtauferer Gletscher hat den Gepaatschgletscher im Norden, den Hintereisgletscher im Osten und den Matscher Gletscher im Süden. Die beiden letzteren stürzen in ihren obersten Theilen allenthalben steil ab, wesshalb von diesen zwei Seiten ohne Zweifel nur wenig Schnee herübergeweht werden wird; desto leichter aber kann dies vom Gepaatschgletscher her geschehen, dessen hier nur niedrig umrandetes Firnplateau gegen den Langtauferer Gletscher schroff abfällt. Die diesem Verhältnisse entsprechende günstigste Windrichtung ist N. bis N. 10° W.

Dieselbe Windrichtung ergibt sich für den Mitterkar- und Rofenkargletscher bezüglich des Schneetransports von den um den Prochkogel und die Wildspitze herum liegenden Kammtheilen.

Das Firnfeld des Suldner Gletschers endlich ist westlich von einem nahezu ¾ Meilen langen Schneegrat begrenzt, der jedoch mit Ausnahme eines schmalen gegen den Pizzo Tresero hinziehenden Kammes auf der italienischen Seite steil abgedacht ist und desshalb dort nur unbedeutende Schneefelder aufweist. Nordwestlich aber steht der Ortlerkamm und der des Mte. Cristallo, deren Schneevorräthe am besten durch eine mittlere Windrichtung von N. durch O. 320° auf das Firnfeld des Gletschers abgesetzt werden.

Für den Vernagtgletscher sind es demnach die westlichen, für den Hintereis- und Suldner Gletscher die nordwestlichen, und für den Mitterkar-, Rofenkar- und Langtauferer Gletscher die nördlichen Windrichtungen, deren Einwirkung auf den Anwachs der Gletscher eine fördernde ist.

Wenn wir nun diese Erörterung mit den Angaben der vorangeschickten, die Windverhältnisse nachweisenden Tabelle zusammenhalten, so werden die angedeuteten Widersprüche in den Bewegungen der Gletscher wie folgt eine einfache und natürliche Lösung finden.

Ad 1. Der Ausbruch des Suldner und des Langtauferer Gletschers anno 1816 und 1817 wurde durch das Jahr 1814 hervor-

gerufen; die resultirende mittlere Windrichtung dieses Jahres aber war eine fast nordwestliche (308°), und kam, bezüglich des Vernagtgletschers aus einer Gegend, in der jenseits des Kammes die tief eingebettete Zunge des Gepaatsch-Gletschers liegt. Auch ist in diesem Jahre kein einziger Weststurm angemerkt. Im nächstfolgenden Jahre (1815) war zwar die mittlere Windrichtung westlich (272°), dafür aber die Schneemenge gering [1]).

Ad 2. Der isolirt stehende und auch keinem ausgezeichneten Quinquennium angehörige theilweise Ausbruch des Vernagtgletschers im Jahre 1822 hat wohl den starken Winter von 1820 für sich, da aber alle übrigen Gletscher um diese Zeit nicht nur nicht vorrückten, sondern sogar zurückgingen, so ist anzunehmen, dass der Vernagt-Gletscher unter gewöhnlichen Umständen dasselbe Verfahren eingehalten hätte. Wir finden jedoch im Jahre 1820 die mittlere Windrichtung mit 341° und der ungeheuren Kraft von 598, im Jahre 1821 mit 264 und im Jahre 1822 mit 279° und der Kraft von 491 berechnet. Alle diese Windrichtungen sind der Locomotion des Schnees auf den Vernagt günstig, selbst die erstgenannte, die von dem Firnfelde des Taschachgletschers kömmt und bei grösserer Kraft den Schnee zuletzt doch über den hohen Grat, der beide Gletscher trennt, hinwegtreiben kann. Ausserdem sind für den Winter 1821 4 Südwest- und 3 Weststürme, und für 1822 allein nicht weniger als 32 Weststürme verzeichnet. Dies ist wohl mehr als hinreichend, eine so ausserordentliche Anhäufung des Schnees in dem Firnbecken des Vernagtgletschers, dass dadurch ein Ausbruch desselben erfolgen konnte, zu beweisen.

Ad 3. Die resultirende Windrichtung des Jahres 1840, welches hauptsächlich den Anwachs aller Gletscher in den westlichen und östlichen Alpen, und insbesondere die stärkeren Bewegungen des Suldner und Langtauferer Gletschers, so wie auch gleichzeitig den letzten grossen Ausbruch des Vernagt in den Jahren 1842 — 1845 veranlasste, hat sich durch Rechnung mit 340, und die der darauf folgenden 5 Jahre mit 277, 251, 253, 266 und 240° ergeben. Jede dieser Windrichtungen ist dem Vernagt-, keine einzige dem Suldner Gletscher, und nur die des Jahres 1840, deren Kraft übrigens eine geringe und von keinem einzigen homologen Sturme

[1]) In Peissenberg 56‴98; der mittlere Winterniederschlag beträgt 78‴85.

unterstützt war, dem Mitterkar-, Rofenkar- und Langtauferer Gletscher günstig. Es ist desshalb kein Wunder, dass es diesmal blos bei dem Vernagt zu einem Ausbruche von so gewaltiger Art gekommen.

Aus all dem Gesagten geht denn hervor, dass die Winde eine der Hauptursachen der Gletscher-Oscillationen sind, und dass nur durch sie die Unregelmässigkeiten der letzteren erklärt werden können[1].

Es ist bekannt, dass die Ausbrüche des Vernagtgletschers für das ganze Ötzthal Ereignisse von der grössten Wichtigkeit sind; denn erreicht die vorrückende Eiszunge dieses Gletschers das Bett der Rofenthaler Ache, so erfolgt zuverlässig die Bildung des Rofner Eissees, dessen Durchbruch in den unteren Thalgegenden schon oft genug namenlose Verwüstungen angerichtet hat. Solchen Gefahren gegenüber kann die Vorherbestimmung eines Gletscherausbruches wohl nicht anders als höchst wünschenswerth erscheinen. Die oben ermittelten Abhängigkeitsgesetze der Gletscherschwankungen von den atmosphärischen Verhältnissen rechtfertigen den Satz, dass in allen Fällen, wo nach einer Reihe von schlechten Jahren ein ausgezeichnet schlechter Jahrgang folgt, oder wo, selbst bei weniger schlechten Jahren, besonders aber in Zeiten starker Schneefälle sehr heftige Luftströmungen aus einer bestimmten Richtung stattfinden, ein bis zwei Jahre später vehemente Gletscherbewegungen mit Grund zu fürchten sind. Dies eine der praktischen Consequenzen dieser Abhandlung.

---

[1] So kann angenommen werden, dass der gleichfalls isolirt stehende und höchst bedeutende Anwachs des Gurgler Gletschers anno 1716 und 1717 durch vehemente Luftströmungen aus NO. während des sehr schneereichen Winters von 1709 hervorgebracht worden sei. Die ausserordentliche Kälte zu dieser Zeit, welche in der Umgebung von Paris allein an 20.000 Menschen das Leben gekostet haben soll, scheint jene Annahme zu rechtfertigen.